

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова»  
Колледж педагогического образования, информатики и права  
ПЦК естественнонаучных дисциплин, математики и информатики

## РЕФЕРАТ

на тему:  
Разработка металлоискателя

Автор реферата: \_\_\_\_\_  
(подпись)

Шожал А.Э  
(инициалы, фамилия)

Специальность: 09.02.01 – Компьютерные системы и комплексы

Курс: III

Группа: Т-31

Зачет/незачет: \_\_\_\_\_

Руководитель: \_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

Замаруев М. В.  
(инициалы, фамилия)

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
1. ОПИСАНИЕ ПРИБОРА .....	4
2. ОСНОВНОЕ НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ.....	5
3. СРАВНЕНИЕ МЕТАЛЛОИСКАТЕЛЕЙ .....	6
3.1. Индикаторы проводки на микросхеме .....	6
3.2. Двоичный искатель .....	7
3.3. Металлоискатель без источника питания .....	8
3.4. Строительный металлоискатель .....	9
4. ПРИНЦИП РАБОТЫ МЕТАЛЛОИСКАТЕЛЯ .....	11
5. ВЫВОДЫ .....	13
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	14
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	15

## **ВВЕДЕНИЕ**

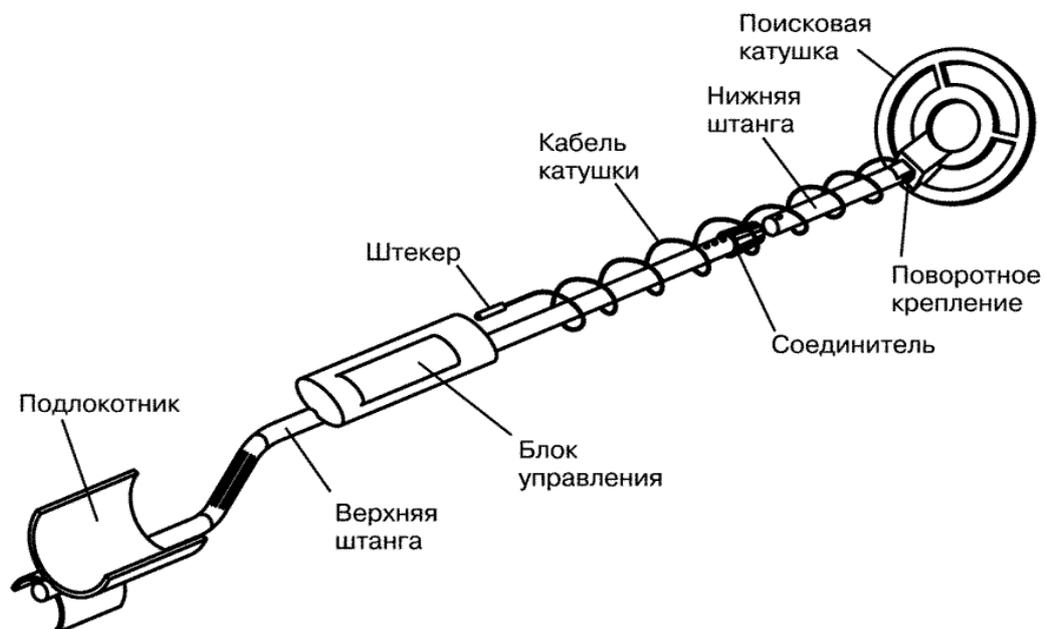
Перед тем, как вскрывать пол или ломать стену будет не лишним убедиться в том, что в выбранном месте нет скрытой электропроводки, силового кабеля или арматуры. Ведь случайно повредив электропроводку, есть вероятность лишиться весь дом или даже квартал электричества. Кроме того, если вы при этом будете работать металлическим инструментом, то ваша жизнь может оказаться в опасности. Дабы не повредить скрытую проводку и не попасть под напряжение, существуют специальные приборы (искатели, индикаторы или детекторы скрытой проводки), которые точно укажут на наличие электропроводки в данном месте. Эти приборы помогут обезопасить электрика от поражения электрическим током или обнаружить обрыв провода. Чтобы понять, как работают приборы, необходимо знать немного теории. Электрические провода под напряжением создают вокруг себя электрическое поле. Данное электрическое поле эти приборы и улавливают. Далее специальный усилитель усиливает сигнал и показывает, в каком месте находится проводник.

**Цель исследования:** Изучить принцип работы и применения металлоискателя для нахождения проводов под напряжением.

### **Задачи исследования:**

1. Узнать область назначения и применения металлоискателя.
2. Определить виды металлоискателей.
3. Изучить принцип работы устройства.
4. Сделать выводы о проделанной работе

## 1. Описание прибора:



**Рис.1 – Описание металлоискателя**

Металлоискатель (рис.1) представляет собой электрический прибор, который находит электрическое напряжение, вырабатываемое генератором переменного тока или генератором постоянного тока при номинальном напряжении сети 380 В и на расстоянии от  $10 \pm 5$  мм до  $700 \pm 350$  мм. На расстоянии, указанном на детекторе скрытой проводки, он должен улавливать электрическое поле. Предпосылкой правильной работы является (по возможности) нагрузка электрического кабеля, который вы хотите проверить. Например: у детектора скрытой проводки максимальная глубина обнаружения 50 мм, это значит, что детектор скрытой проводки сможет обнаружить электрическое поле на расстоянии до 50мм. Но если проводить измерения на мокрой стене или в комнате с повышенной влажностью, то детектор будет срабатывать всегда.

## **2. Основное назначение и область применения:**

Металлоискатель позволяет не только найти проводку под напряжением, его также можно использовать как металлоискатель: с его помощью можно найти арматуру в стене и даже дерево. Металлоискателем пользуются как и начинающие электрики, так и профессионалы, они всегда присутствуют в электролабораториях.

С помощью металлоискателей специалисты оказывают такие услуги по поиску коммуникаций, как:

- поиск кабеля (в земле, в сооружениях),
- поиск трассы кабеля,
- поиск отдельных жил в системе проводов и кабелей,
- поиск электропроводки в жилых зданиях и помещениях,
- поиск места повреждения, обрыва кабеля,
- поиск обрыва силового кабеля,
- поиск неисправностей в электропроводке,
- поиск скрытых коммуникаций незаконно установленного электрооборудования (в обход счетчиков электроэнергии), поиск обрыва проводов, кабелей, электропроводки, незаконно установленных,
- поиск КЗ (короткого замыкания) в проводке.

### 3. Сравнение металлоискателей.

Для сравнения рассмотрим несколько приборов, используемых для обнаружения скрытой проводки.

#### 3.1. Индикаторы проводки на микросхеме.

Резистор R1 нужен для защиты микросхемы K561ЛА7(Рис. 3.1.) от повышенного напряжения статического электричества (как показала практика, его можно и не ставить). Антенной является кусок медного провода любой толщины. Главное, чтобы он не прогибался под собственным весом, т.е. был достаточно жестким. Длина антенны определяет чувствительность устройства. Наиболее оптимальной является величина 5...15 см. При приближении антенны к электропроводке детектор издает характерный треск.

Устройством удобно определять местоположение перегоревшей лампы в елочной гирлянде - возле нее треск прекращается. Излучатель типа ЗП-3 включен по мостовой схеме, что обеспечивает повышенную громкость.

При расположении антенны WA1 вблизи от токонесущего провода электросети наводка ЭДС промышленной частоты 50 Гц усиливается микросхемой DA1, в результате чего загорается светодиод HL1. Это же выходное напряжение операционного усилителя, пульсирующее с частотой 50 Гц, запускает генератор звуковой частоты. Ток, потребляемый микросхемами прибора при питании их от источника напряжением 9 В, не превышает 2 мА, а при включении светодиода HL1 - 6...7 мА. Источником питания может быть батарея 7 Д-0,125, «Корунд» или аналогичная зарубежного производства. Иногда, особенно когда скрытая проводка расположена высоко, наблюдать за свечением индикатора HL1 затруднительно и вполне достаточно звуковой сигнализации. В таком случае светодиод может быть отключен, что повысит экономичность прибора. Все постоянные резисторы - МЛТ-0,125, подстроенный резистор R2 - типа СПЗ-38Б, конденсатор С1 - К50-6. Антенной WA1 служит площадка фольги на плате размером примерно 55x12 мм.

Монтажную плату индикатора скрытой проводки размещают в корпусе из диэлектрического материала так, чтобы антенна оказалась в головной части и была

максимально удалена от руки оператора. На лицевой стороне корпуса располагают выключатель питания SA1, светодиод HL1 и звукоизлучатель BF1. Начальную чувствительность прибора устанавливают подстроечным резистором R2. Безошибочно смонтированный прибор в налаживании не нуждается.

### **3.2. Двоичный металлоискатель.**

Схема пробника состоит из щупа-антенны, транзисторного усилителя-формирователя импульсов и счетчика с индикаторным светодиодом на выходе (Рис. 3.2.).

Антенна улавливает электромагнитное поле, и на выходе усилительного каскада на VT1 и VT2 появляются импульсы, частота которых равна частоте входного сигнала. Если это сигнал электропроводки, то, понятно, частота импульсов будет равна 50 Гц. Если радиосигнал, то и частота импульсов будет много выше. Далее импульсы поступают на счетчик, который делит их частоту на 32. А на выходе счетчика включен индикаторный светодиод.

*Работает пробник так:*

Когда на антенну поступает электромагнитное поле, излучаемое электропроводкой, на выходе счетчика возникают импульсы частотой около 1,56 Гц, и индикаторный светодиод мигает равномерно с такой же частотой. Если же, на антенну поступает радиосигнал, частота которого значительно выше 50 Гц, - светодиод мигает значительно быстрее и это зрительно воспринимается как его постоянное свечение с несколько пониженной яркостью. Либо, он вообще не горит, так как микросхема серии K561 может и не пропустить сигнал слишком высокой частоты. Для отстройки от слабых, но сильно мешающих радиосигналов есть переменный резистор R1, которым можно регулировать чувствительность входа пробника. Питается прибор от «Кроны», малогабаритной батареи напряжением 9В. Пробник сделан в виде миниатюрного устройства, размещенного в подходящем корпусе (Рис. 3.3.).

Антенной служит отрезок обмоточного провода диаметром около 1 мм длиной около 30 см, который виток к витку намотан на передней части корпуса и закреплен. Переменный резистор R1 сделан из подстроечного резистора, с

самодельной рукояткой (из пластмассового винта-барашка). Налаживания практически не требуется, только если подбор размеров антенны.

### **3.3. Металлоискатель без источника питания.**

От множества аналогичных отличается тем, что не требует ни собственного источника питания, ни каких-либо других приспособлений и измерительных приборов. Схема прибора показана на рис. 3.4.

В качестве источника энергии выступает та самая сеть переменного тока, которую мы и опасаемся повредить гвоздём, электродрелью или перфоратором. Когда на устройство подано напряжение питания сети переменного тока 220 В, накопительный конденсатор большой ёмкости быстро заряжается до напряжения открывания стабилитрона VD1. После зарядки конденсатора С1 устройство можно вынуть из розетки. Поиск места закладки проводки ведётся обычным способом. Когда антенна WA1 находится вблизи места пролегания электропроводки, полевой транзистор VT2 открывается с частотой сети переменного тока, светодиод HL1 начинает светиться. Чем ближе расположена электропроводка, тем ярче он светит. Транзистор VT1 работает как микромощный стабилитрон с напряжением стабилизации 6...10В. Дополнительно он выполняет функцию высокоомного разрядного резистора для перехода затвор-исток транзистора VT2. Кнопка SB1 без фиксации положения предназначена для проверки наличия достаточного заряда на обкладках конденсатора С1. С понижением напряжения на конденсаторе С1 чувствительность прибора не изменяется, но снижается яркость свечения светодиода. Сенсор E1 предназначен для того, чтобы при необходимости можно было увеличить чувствительность прибора, для чего нужно прикоснуться к нему пальцем. Резисторы R3, R4 ограничивают импульсный ток, протекающий через диоды выпрямительного моста в момент включения устройства в сеть. **Детали:** Вместо транзистора КП504А можно применить любой из серий КП501, КП502, КП504, KP1064КТ1, KP1014КТ1, ZVN2120, BSS88, BSS124. Светодиод HL1 должен быть суперярким, например, «красные» L-1503SRC/F, L-1503SRC/E, L-1513SRC/F. Неплохие результаты были получены и с современными суперяркими светодиодами голубого и белого цвета свечения. Стабилитрон VD1 любой

маломощный на напряжение стабилизации 18...20 В, например, 1N4747А, КС218Ж, КС520В.

При отсутствии таких стабилитронов можно установить два, включенных последовательно Д814Б1 или 1N4739А. Вместо диодного моста VD2 можно применить любой малогабаритный из серий КЦ422, КЦ407, DB101... DB107, RB151... RB157. Конденсатор С2 плёночный типов К73-17, К73-24, К73-39 на рабочее напряжение 630 В и ёмкостью 0,1...0,25 мкФ. Оксидный конденсатор С1 — самая крупная деталь устройства, автор использовал относительно малогабаритный фирмы «Philips». Этот конденсатор должен иметь как можно меньший ток утечки. Конденсаторы с большим рабочим напряжением обычно имеют меньший ток утечки среди конденсаторов одной ёмкости и фирмы. Сенсор можно изготовить из металлического корпуса неисправного транзистора, например, КТ203, МП16... МП42.

Если прибор будет работать неустойчиво, то следует к выводам затвора и истока VT2 подключить высокоомный резистор сопротивлением 100... 200 МОм.

При желании устройство можно модернизировать. Например, следующим образом. Если последовательно со стабилитроном VD1 установить светодиод, (анодами вместе), то этот светодиод будет сигнализировать о полной зарядке конденсатора С1. Если последовательно со светодиодом HL1, соблюдая полярность, установить пьезокерамический излучатель звука со встроенным генератором, например, НРА17АХ, то совместно со свечением светодиода HL1 звукоизлучатель будет генерировать прерывистый тон — прибор станет информативнее. При настройке устройства не забывайте отключать его от сети.

### **3.4. Строительный металлоискатель.**

Поможет обнаружить электропроводку, замурованные в стену трубы и даже гвоздик под обоями. Глубина действия его не велика, гвоздь он найдет, если слой обоев или штукатурки над ним не более 5 мм, водопроводную трубу на глубине до 200мм, а электропроводку на глубине до 20-30 мм. Схема прибора показана на рис. 3.5.

Металлоискатель состоит из генератора высокой частоты на транзисторе VT1, работающего на частоте около 100 кГц, детектора этого ВЧ напряжения на транзисторе VT2 и схемы индикации на транзисторах VT3-VT4 и светодиоде HL1.

Катушки генератора ВЧ намотаны на ферритовом стержне (как для магнитной антенны АМ-приемника). Режим работы генератора устанавливается на краю срыва, но так, чтобы при наличии всех металлических предметов, которые входят в состав металлоискателя, он работал. При этом, транзистор VT2 под действием ВЧ напряжения, поступающего на его базу, открыт и напряжение на его коллекторе мало настолько, что транзисторы VT3 и VT4 закрыты и светодиод HL1 не горит. При приближении к магнитной антенне металлического предмета начинается понижение амплитуды генерации ВЧ-генератора с его дальнейшим срывом. ВЧ напряжение на базе VT2 снижается или перестает поступать и транзистор VT2 закрывается. Постоянное напряжение на его коллекторе возрастает (через резистор R4) и достигает такого уровня, при котором происходит открывание транзисторов VT3 и VT4 и загорается светодиод HL1. Таким образом, перемещения прибора относительно металлического предмета будут индцироваться миганиями этого светодиода, и более того, малые перемещения будут так же влиять и на яркость свечения светодиода. Но, это, разумеется, будет возможно только при точной настройке прибора, которую нужно время от времени повторять (для этого есть два подстроенных резистора регуляторы, которых выведены на верхнюю панель пластмассового корпуса). Катушки L1 и L2 намотаны на ферритовом стержне диаметром 8 мм и длиной около 100 мм. Они расположены рядом. L1 содержит 120 витков, а L2 - 45 витков. Провод типа ПЭВТЛ 0,35. Питается металлоискатель от импортного аналога батареи «Крона».

#### 4. Принцип работы детектора скрытой проводки.

Разрабатываемое устройство собрано на сверхчувствительных транзисторах BC547. Источник питания 6В. Принцип действия искателя основан на том, что вокруг электрического провода образуется электрическое поле — его и улавливает искатель.

Достаточно приблизить антенный щуп, соединенный с цепью затвора полевого транзистора, к проводнику с током либо просто к сетевому проводу, транзистор VT2 закроется, шунтирование базовой цепи транзистора VT3 прекратится и мультивибратор начнет работать. Начнет вспыхивать светодиод. Перемещая антенный щуп вблизи стены, нетрудно проследить за пролеганием в ней сетевых проводов.

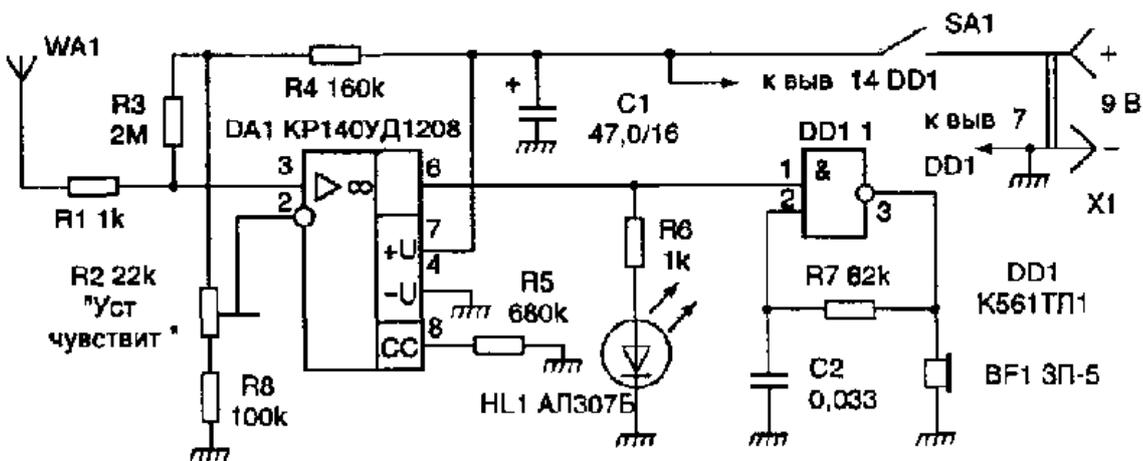


Рис. 3.1. Индикатор проводки на основе микросхемы.

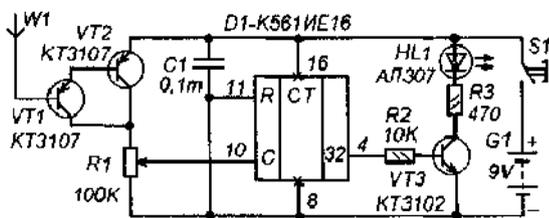


Рис. 3.2. Схема двоичного металлоискателя.

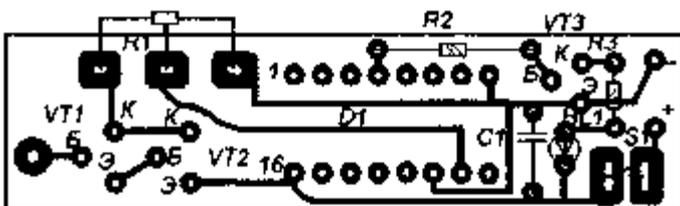


Рис. 3.3. Пробник двоичного металлоискателя.



## **5. Выводы.**

3.1. Индикаторы проводки на микросхеме позволяют обнаружить провод с электромагнитным полем на глубине до 50 мм. Устройства такого типа экономичны, их легко собрать в домашних условиях. При определенных навыках обнаружить проводку в стене не составит труда.

3.2. Двоичный металлоискатель позволяет обнаружить провод с электромагнитным полем на глубине до 60 мм. Устройства такого типа работают под напряжением 9V и имеют антенну длиной примерно 20-30 см.

3.3. Металлоискатель без источника питания позволяет обнаружить провод с электромагнитным полем на глубине до 30 мм. Устройства такого типа работают на внутренней батарее и имеют антенну.

3.4. Строительный металлоискатель позволяет обнаружить провод с электромагнитным полем на глубине до 30 мм. Устройства такого типа работают на резисторах.

## **6. Заключение.**

Сделав выводы об устройствах и применении металлоискателей, можно с уверенностью сказать, что данные устройства могут достаточно облегчить работу как профессионального электрика, так и обычного человека.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Радиотехника [Текст] : к изучению дисциплины / И. П. Жеребцов. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : [б. и.], 1958. - 495 с. - Б. ц.
2. Основы радиотехники [Текст] / Н. М. Изюмов, Д. П. Линде. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Радио и связь, 1983. - 376 с. : ил. - (Массовая радиобиблиотека ; вып. 1059). - Б. ц.
3. Бутов А. „Устройство защиты маломощных ламп накаливания“, Журнал „Радио“ №2, 2004г.
4. Практикум по электротехнике и радиотехнике [Текст] : пособие для студ. пед. ин-тов / Под ред. Н.Н. Малова. - М. : Учпедгиз , 1958. - 166 с. - Б. ц.
5. Чекаров А. „Беспомеховый регулятор напряжения“ Журнал „Радио“, №11, 1999г.
6. Курс электротехники и радиотехники [Текст] : учебное пособие : для пед. ин-тов / Н.Н. Малов. - М. : Госфизмат, 1959. - 424 с. - Б. ц
7. Кремневые биполярные транзисторы:Справ.пособие/Н.И.Овсянников-М:Высшая школа,1989-302с.
8. Ненашев А.П. Конструирование радиоэлектронных средств /А.П.Ненашев-Высшая школа,1990.-432с.
9. Фрумкин Г.Д. «Расчет и конструирование РЭА»-М:высшая школа,1989.-523с.
10. Популярныe цифровые микросхемы:Справочник/В.Л.Шило-М.Радио и связь 1987.-352с.
11. Справочник разработчика и конструктора РА.Элементная баз .Книга1/М.Ю.Масленников,Е.А. Соболев ,Г.В.Скоколов и др.-М.:типография ИТАР- ТАСС,1993.-156с.